

干拓地に於ける作物の生理化学的研究

第1報 塩成干拓地の水稻に対する施肥の効果に就いて*

下 瀬 昇・池 宗 勝 三 郎

Physiological and Chemical Studies on the Growth of Crops
grew on the Polder Soils

I. Effects of the Fertilization to Rice Plants grew on the Halogentic Polder Soils

Noboru SHIMOSE and Katsusaburo IKEMUNE

Rice plants (*Asahi*) were cultured in a newly formed polder field, which is located along the seacoast of the Bay of Kojima, Okayama Prefecture, in Japan. The rice plants were grown under the various conditions as described below.

- (a) Two kinds of nitrogenous fertilizers, ammonium sulphate and urea, were used.
- (b) Quantities of nitrogen used were N: 3.75, 7.50, 11.25 and 15.00 Kg/ tan.
- (c) Two methods of fertilization were used; namely usual method of application and dressing at different stages.

The rice plants were analyzed chemically after harvest and some of the elements contained in their leaf-and-stem and grain were determined. The results obtained may be summarized as follows:

1. The surface soils of the field contained about 0.12% Cl, and the leaf-and-stem of rice plants, a large amount of Cl, i. e., about 1%. But, as they grew successfully, we could apparently not find any injury of them.
2. The growth of rice plants was obviously improved by the fertilization of nitrogen, and the increase of both yield and nitrogen uptake at the harvest-time was proportional to the increase of quantities of the nitrogenous fertilizers.
3. We could not find any difference of the growth, either between the usual application and dressing at the different stages of nitrogenous fertilizers, or between ammonium sulphate and urea.
4. As the ratio of nitrogen content in the grain to that in the leaf-and-stem, at the harvest was smaller than the ratio of them in the check plot, we thought that the movement of nitrogen from the leaf-and-stem to the grain would have been prevented by the higher concentration of chloride contained in them.
5. We analyzed chemically total phosphate in the leaf-and-stem and the grain, but the absorption of phosphate by rice plants did not almost differ among different treatments.
6. Therefore, it is concluded that the rice plant when in a newly formed polder soils requires a large amount of nitrogen unquestionably.

* 本研究の一部はその要旨を昭和27年12月, 日本土壌肥料学会関西支部講演会に於て発表

緒 言

岡山縣南部に展開される岡山平野の穀倉地帯は江戸時代の新田開発に端を発した干拓地がその半ばを占め、その耕地面積は約15,000町歩と見做されており、現在に於ても干拓事業が続行されつつある。これら干拓地土壤は砂土より埴土に至る迄の広汎な土性を有しているが、吉井、旭、高梁の三大河を主体とせる河川の影響を受けた河海成沖積層土壤と考えられ、米田、川田⁽²⁾によれば、何れも海水に由来する Na 塩の存在の下に生成された塩成土壤に分類出来るとされている。而して干拓年次の経過と共に Na イオンは H イオンで置換されて終には退化型土壤が生成されており、その一部は何等かの原因によつて再び海水の侵入を受けて再生型土壤を現出するとしても、その大部分は溶脱作用が進行し、除塩が進み、逐次作物収量は増加の傾向を辿り、ある期間を経過すると塩類の影響が殆んど現はれず最高収量を示すようになるが、それ以後は土性によつて多少の差異はあるが、その収量が漸減して行くことは内山⁽³⁾の認めた事実とよく一致するようである。しかし本地方に於ける如く海面干拓が順次進行しつつあり、相当大面積の新干拓地が造成されつつある実状に於ては、熟畑化せる旧干拓地の収量低下も問題ではあるが、先づ干拓年次の新しい地域に於ける塩類による作物の被害が当面の問題である。殊に海面干拓を行うにあたり水田耕作を主目的とする当干拓地に於ては、灌漑水の問題さえ解決すれば耕作初年度より表作水稻作、裏作麦作の作付が主体となるために、主として水稻に対する所謂塩害対策が第一にとりあげられている。しかるに従来この方面の研究は主として濃厚土壤溶液の作物生育障害という面より研究の対象となり、HATWARD & WADLEIGH⁽⁴⁾は多数の研究報告をとりまとめて、含塩土壤に於ける植物生育障害の原因は、土壤溶液の塩類濃度が高くなると共に浸透圧が増加して植物による水の利用率が減少すること、及び濃厚土壤溶液によつて生育せる植物は体内に多量の各種イオンを蓄積し、それが有害限度に達して障害を来すものであると結論している、しかるに山崎等⁽²⁾も述べている如く我国の塩害は諸外国に於ける如き複雑な塩成土壤とは異り、海水の影響を受けて生起せるものが大部分であるため比較的簡単であるとしており、殊に初期干拓地土壤に於ては他の塩類の影響もあるとしても、先づ第一に Na Cl の濃厚溶液という点に考慮を払はねばならないと考えられる。かかる塩害地不良土壤の改良策としては、小林⁽¹⁵⁾の報告にもある如く殆んどが灌漑排水技術により塩分を除去する方法がとられている。

一方これらの地域に栽培される作物の耐塩性品種の選定は或程度研究が進みつつあるが、本研究に於ては、特に影響が大きいと思はれる塩素の水稻生育に対する影響並にその生理作用を追究し、更にかくの如き特殊条件下に於て考慮すべき施肥法、施肥量、施肥肥料の形態等に就いて研究せんがために以下の如き試験を行つた。

本試験に於て対象とせる圃場は児島湾干拓第7区、岡山大学干拓実験農場であつて、昭和19年着工、昭和23年汐止工事が行はれ、昭和24年度より除塩工事が行はれると同時に、棉、水稻、麦が試作されて今日に至っている地域である。米田教授の研究によれば、その土壤の性質は殆んど洗脱作用を蒙らず、表土より下層土に至る迄可溶性塩類極めて多く、置換性塩基としては Na イオン、Mg イオンが極めて多く、置換性 Na+K 当量パーセントが総塩基量の12%以上を占め、塩基飽和度高く従つて加水酸度は極めて低い値を示し、土壤の反応は全層中性乃至微アルカリ性を呈する未溶脱天然型塩成干拓地土壤として類別され*、更にこの地域に於ける地下水位は30~50cm. その塩素含量は0.5~1.0%に及んでいる。

* 米田、川田：岡山大学農学部学術報告第2号，P，10，第1表及び第2表の試料番号1701参照

尙本研究の一部は岡山縣委託研究費によつて行い、且研究を行うに當つては米田教授の御教示を得、又松尾教授、西門教授及び干拓実験農場の三宅靖人氏等に多大の御援助を得たことを記して謝意を表す。

試験設計並に成績

(1) 試験区の設計及び栽培法

水稻朝日種を実験農場慣行法たる高畦三条直播栽培法により5月21日播種、元肥(第1回分施)6月25日、追肥(第2回分施)7月21日、第3回分施、8月10日、第4回分施9月13日に施肥

第1表 収量調査成績

Table 1. Yield

試 験 区 名 Treatment	収 量 (kg/区) Yield (kg/plot)		
	全 重 量 Total Weight	茎 葉 重 Weight of Leaf-and-stem	穀 実 重 Weight of Grain
S - 1	35.4	16.0	8.0
S - 2	33.8	13.9	9.1
S - 3	35.1	15.8	8.0
S - 4	40.6	17.3	10.3
SD-1	30.2	12.2	8.3
SD-2	31.9	13.3	8.4
SD-3	34.8	13.3	10.3
SD-4	35.4	16.0	11.3
U - 1	35.3	14.8	9.2
U - 2	31.9	13.5	8.2
U - 3	38.4	15.3	10.8
U - 4	40.2	16.2	11.1
UD-1	31.7	12.8	8.7
UD-2	34.7	14.0	9.6
UD-3	37.3	14.9	10.4
UD-4	38.9	15.5	10.9
F - 1	26.1	11.8	5.9
F - 2	25.4	11.1	6.2
F - 3	29.3	12.3	7.6
F - 4	28.4	11.9	7.4
F - 5	31.0	13.7	7.8
F - 6	29.4	13.1	6.9
F - 7	27.7	13.4	5.4
F - 8	27.1	10.8	7.6
F 区 の 平 均 Average of F-1 ~ F-8	28.1	12.3	6.9

第2表 分析成績

Table 2. Results of Analysis

試験区名 Treatment	全窒素 (%) T.N. (%)			塩素 (%) Cl (%)			全磷酸 T.P ₂ O ₅ (%)	
	表土 Soil	茎葉 Leaf-and-stem	穀実 Grain	表土 Soil	茎葉 Leaf-and-stem	穀実 Grain	茎葉 Leaf-and-stem	穀実 Grain
S — 1	0.14	0.85	0.85	0.11	0.94	0.05	0.14	0.56
S — 2	0.15	0.85	0.96	0.09	0.82	0.05	0.14	0.60
S — 3	0.12	0.85	0.99	0.09	0.99	0.05	0.14	0.54
S — 4	0.14	1.07	0.96	0.11	0.86	0.05	0.14	0.56
SD—1	0.17	0.69	0.96	0.14	0.85	0.06	0.14	0.54
SD—2	0.13	0.69	0.96	0.13	0.67	0.05	0.13	0.59
SD—3	0.14	0.96	0.96	0.14	0.76	0.05	0.14	0.57
SD—4	0.07	1.07	1.17	0.08	0.72	0.06	0.13	0.56
U — 1	0.17	0.75	1.07	0.11	0.61	0.05	0.17	0.58
U — 2	0.33	0.75	1.07	0.14	0.68	0.05	0.15	0.63
U — 3	0.13	0.91	1.07	0.17	0.63	0.07	0.14	0.60
U — 4	0.15	1.01	1.17	0.12	0.63	0.08	0.16	0.61
UD—1	0.14	0.75	0.96	0.13	0.87	0.05	0.15	0.62
UD—2	0.14	0.80	1.07	0.05	0.66	0.06	0.14	0.61
UD—3	0.16	1.07	1.07	0.12	0.80	0.06	0.15	0.58
UD—4	0.13	1.07	1.23	0.10	0.72	0.05	0.15	0.61
F — 1	0.14	0.64	0.96	0.11	0.99	0.07	0.15	0.56
F — 2	0.14	0.59	0.85	0.07	0.83	0.05	0.14	0.61
F — 3	0.12	0.67	0.85	0.12	0.87	0.06	0.16	0.62
F — 4	0.12	0.67	0.96	0.13	0.99	0.05	0.15	0.61
F — 5	0.32	0.80	0.96	0.08	0.95	0.05	0.14	0.59
F — 6	0.10	0.69	0.91	0.11	0.88	0.06	0.15	0.61
F — 7	0.12	0.75	0.91	0.10	1.09	0.06	0.16	0.60
F — 8	0.14	0.75	0.85	0.13	0.94	0.06	0.14	0.58
S — 0	0.20	0.55	0.89	0.01	0.32	0.03	0.15	0.47
U — 0	0.18	0.59	0.87	0.01	0.31	0.03	0.12	0.50

し、11月8日に収穫した。試験区は肥料の他試験区流入を考慮して隣り合せた1畦毎に無肥料畦を設け、1本の畦には4試験区を作り、各畦の隣り合せた試験区間3mは無肥料とした。1区当面積5.77坪、施肥設計に従つて次の如き試験区別を設けた。即ちS：硫安、U：尿素、D：分施、1～4は夫々N：3.75、7.50、11.25、15.00kg/反の施与量を現はし、無肥料区16区中収量調査対照区としてF1～8の8区を選んだ。尚過磷酸石灰（P₂O₅：7.50kg/反）硫酸加里（K₂O：7.50kg/反）は各施肥区に一樣に元肥として施用した。故に例へばS—3は硫安（N：11.25kg/反）を元肥4：追肥1の割合に施与し、過磷酸石灰、硫酸加里を元肥に与えた試験区を意味

し、UD—2は過磷酸石灰、硫酸加里を元肥に、尿素(N:7.50kg/反)を4回に等量ずつ分施せる試験区を現はす。

(2) 収量調査並に分析成績

(a) 収量調査成績

刈取後各試験区新鮮物全重量を秤量し、慣行法に従つて約1週間地干後脱穀し、藁及び籾を別々に秤量して、夫々茎葉重及び穀実重とした。その結果は第1表に示す如くであつた。

(b) 分析成績

收穫物は脱穀秤量後更に1週間蔭干し、これを風乾物として分析に供した。土壤は水稻收穫後各試験区の殆ど中央の位置の表土を採取し、風乾調整して分析に供した。

尙干拓年次の古い地域に於ける試験として岡山大学農学部附属大原農業研究所に於て窒素肥料の形態をかえて圃場試験を行つたが、その中硫安区及び尿素区の收穫物及び土壤を分析して標準として比較検討した。栽培管理はその慣行法に従つて行い、品種、施肥量は本試験と同様とした。これら化学分析成績は第2表に示す如くであつたが、表中 S—O 及び U—O は大原農研に於ける圃場試験の硫安区及び尿素区の成績を示した。

分析法は土壤中に於ける窒素は塩入奥田式窒素定量法、塩素は Mohr 法、收穫物については窒素は Micro Kjeldahl 法、磷酸は微量分析法⁽²³⁾、塩素は A. O. A. C. 法⁽¹⁾ によつて行つた。

考 察

昭和27年度水稻作付期間は天候極めて順調で、殊に灌排水の便宜しきを得たため、試験圃場のみならず岡山縣下に於ける比較的干拓年次の新しい地域に於ても近年稀なる豊作で外観的には塩害徴候は認められなかつた。試験圃場の土壤は極めて重粘で湛水期間にはその土壤を使用して各試験区間の区劃を造ることは不可能で、ために試験区間に相当な面積の無肥料区間を設けたのであるが、高畦なるため常時湛水されているとは限らないが、かく不完全な試験区設定のため施用肥料の他試験区への流入が考えられ、正当な考察は出来兼ねるのであるが、この事実を考慮に入れても以下の如き推論は可能であらうと思はれる。

第2表より、土壤中に於ける塩素含有量は殆ど0.12%内外を示した。これらの値は落水後各試験区の表土のみを採つて定量したのであつて、落水後に於ける土壤深層中の塩分が毛管現象等により地表面に上昇したため水稻作付期間中よりも多少高い値を示したものと考えられるが、干拓初期に於ける塩成土壤は小面積内に於てもその塩素含有量は極めて変化のある値を示し、必ずしもある範囲内の地域は同程度と見做すわけには行かない。故に各試験区表土中の塩素含量を測定したのであるが、その結果多少変化はあるが殆ど0.12%内外で相当高濃度塩分を含有している。尙米田、川田⁽²³⁾の昭和26年12月の調査によれば、この地域の表土の塩素含量は0.194%、30cm になると1%に達するのが普通である。小林⁽¹⁰⁾は水稻無芒愛国を用いて植木鉢試験を行い、その収量、殊に籾重の減少せることより、土壤中 Na Cl 0.1%より塩分の影響が大であると述べているが、試験に用いた土壤、生育条件等によつて異り、殊に水稻の品種によつてその障害限度は大いに左右されるものであろう。一般に水稻朝日種に於ては塩分に対する生育安全限界は生育時期によつて異り、又灌漑水の許容塩分濃度は土壤中に於けるそれよりも遙かに高い値を示すものであるが、土壤中に於ける塩素含量は0.12%を限界とすると云はれている。⁽²⁾ 前述の如く昭和27年

度の天候は極めて順調で、8月以後の灌漑水も豊富であつたため、作付期間中の灌漑水並に土壌中の塩分濃度は生育安全限界内であつたと想像される。茎葉中並に穀実中に於ける塩素含量は、施肥、無肥料、分施及び窒素施用量による影響は認められず、当初の一目的たる選択吸収を利用して施肥要素による塩分吸収抑制ということは成功しなかつたが、水稻体内に於ける塩素含有量はかなり多く、茎葉中1%内外に達するも尙旺盛な生育を遂げ、かなりの収量を挙げ得るという事実を認めた。

次に第1表に於ける無肥料区平均収量を100とすれば、施肥区の全重量最高区(S-4)は144, 同最低区(SD-1)107, 茎葉重最高区(S-4)141, 同最低区(SD-1)99, 穀実重最高区(SD-4)164, 同最低区(S-1, S-3)116, なる値を示し、施肥による効果は充分認められた。又多少の例外はあるが殆ど施用窒素量に比例してこれら収量は増加しており、何れの試験区に於ても4区、即ち施用窒素量最多区に於て最高収量を示した。又第2表に示した如く、体内窒素含有率は無肥料区に於ては施肥区より明らかに少なく、施肥区に於ても殆ど窒素施用量に比例して増加しており、且窒素施用の影響は茎葉よりも穀実に著しい効果を示している。普通水田に於ては硫酸と尿素との間に水稻収量に優劣は認められないと云はれているが、⁽¹¹⁾本試験に於ても同様で、その優劣は認められなかつた。又第1表及び第2表の成績によれば、慣行施肥区と分施肥区との間には優劣は認められないと考えるのが妥当であらう。

第2表の成績によれば、窒素施用量の変化にもとづく窒素吸収率の差から塩素吸収に何等かの影響を及ぼしたとは考えられないが、一般に塩素の茎葉中及び穀実中に於ける含有率は標準区に比べて夫々2~3倍、及び約2倍を示している。今穀実中及び茎葉中の窒素含有率の比をパーセントで表はして、これを窒素の茎葉より穀実中への移行比率として考えるならば、その移行が水稻体内に存在するか高濃度塩分によつて或程度妨げられるのではないかと推定される。即ち、標準区に於ける比率は154なる値を示し、永井⁽¹²⁾、長岡⁽¹⁰⁾、石塚、田中⁽¹³⁾の行つた試験で、収穫時に於けるその比率は夫々208, 214, 164なる値を示し、一方本試験区に於ては各試験区共100内外の値を示している。石塚、田中によれば水稻は出穂開花期頃に窒素の吸収を終り、以後は吸収は行はれず、それ以前茎葉に貯蔵された窒素が穂に移行し⁽¹³⁾、更にその形態変化は、生育初期に盛に吸収が行れ、一時アミノ酸及びアミドの形をとるが、生育の進行と共に多量の蛋白質が茎葉中に貯蔵され、開花と同時にこの蛋白質は分解されてアミノ酸及び可溶性蛋白態窒素となり穂に移行し穂に於て再び蛋白質に合成されると報告している⁽¹⁴⁾が、この点を考慮すれば、干拓初期の塩成干拓地に於ては、条件によつてたとえ施与窒素の吸収は順調に行はれても、茎葉中に吸収されたかく高濃度の塩素の存在により穀実中への窒素の移行が妨げられるか、或は穀実中に移行せる高濃度の塩素が蛋白質合成を妨げて、茎葉中、穀実中のアミノ酸及び可溶性蛋白態窒素が平衡状態に達し、見掛け上の移行が妨げられるかの何れかではないかと考えられる。これらの事実は深見⁽¹⁰⁾、小堀⁽¹⁷⁾の指摘せる如く、茎葉及び穀実の窒素含有量が諸種の作用因子中品種によつて著るしく左右されるとしても、塩分濃度の高い土壤に生育せる水稻の特異性であらう。

次に磷酸の吸収については本試験設計より考慮すれば水稻による磷酸吸収の問題を充分論ずることは出来ぬかも知れぬが、参考のため茎葉中並に穀実中の全磷酸を定量した結果第2表に示す如き成績を得た。この結果、施肥、無肥料、窒素肥料の形態、その施肥量、施肥法等による影響は全く認められなかつた。この原因は本試験に於ける磷酸施用量を普通栽培に於けるよりも稍多量としたため、水稻体内の磷酸含有率は稍低いとは思はれるが、その欠乏症状も現はれず、且試験区間施肥設計の変化に伴う影響は認められなかつたものであらう。

従来作物に対する塩素の生理作用に関する研究は極めて少なく、LIPMAN⁽⁶⁾他数氏の研究者によつて、作物によつては少量の塩素の存在はその生育を促進するという報告もあるが、現在では勿論塩素は植物生育の必須元素として認められておらず、植物灰分中に比較的少量に存在する故をもつて、附随元素 (Incidental Element) の一つとして分類されている程度である。⁽³¹⁾これに反して多量の塩素を含有する培地に生育せる作物は生育障害を蒙ることが多く、その対策は種々の方面から行はれ、土壤中塩素濃度による作物生育限界が多少研究されているがその数字も尙論議の余地があると考えられる。

BASLAVSKAJA は馬鈴薯を用いて砂耕並に圃場試験を行い、培地の塩分濃度の増加に伴つて植物体内の炭水化物総量が減少し、⁽²⁾ 又葉緑素含量が栄養生長末期に減少する⁽³⁾と報告しており、光合成過程に障害を来すことが認められているが、本試験に於ける如く窒素代謝過程にも障害を来すとなれば、これらの障害の何れが一次的のもので何れが二次的のものであるか、或は何れも平行的に惹起される現象であるかは尙研究の余地があるものと思はれる。

HUSTER & SHELTON⁽⁵⁾によれば、土壤中に多量に存在する置換性 Mg は作物による K, Ca, N の吸収を抑制すると報告しており、本試験圃場に於ける如き多量の置換性 Mg を含有する地域に於ては、窒素施用量の少ない試験区で収量が低かつたのはこの点も考慮せねばならず、又奥田、徳弘⁽³²⁾は児島湾干拓地土壤を用いて窒素の形態変化と塩分との関係につき調査研究を行い、塩素含量の増加と共に硝酸化成作用は急激に遅れ且微弱となり、アムモニア揮散量も増加することを認めており、山崎⁽³³⁾は高畦栽培に於ては施用せる $\text{NH}_4\text{—N}$ の脱窒が考えられると報告している。硝酸化成作用が微弱となることは水田土壤に於てはむしろ良結果を及ぼすかも知れないが、アムモニアの揮散逸脱が激しいことを考え合せると、窒素施用量の少ない試験区の水稲が収量並に窒素吸収率の低かつたのは当然の結果であらう。

本試験に於て分施肥試験を併用したのは慣行施肥法によれば土壤中窒素欠乏期に塩素を多量に吸収し、その結果作物生育に障害を来すのではなからうかという点を考慮し、土壤中に養分欠乏期を現出せしめないという意味に於てであつたが、結果は慣行施肥区と分施肥区との間に優劣は認められなかつた。TULAIKOV⁽⁸⁾によれば、灌漑を行つた或る種の肥沃土壤に於ては小麦が硫酸分施肥によりその収量著しく増加し、土壤中 50cm の深さに $\text{NO}_3\text{—N}$ の集積を見、元肥区では表層のみにその集積をみたと報告している。しかるに畑状態に於ては硝酸化成作用の旺盛なることは望ましいが、水田状態に於ては $\text{NO}_3\text{—N}$ の還元損失が多く、又前述の如く本試験圃場に於ては硝酸化成作用が遅延微弱となると思はれるので、慣行施肥区と分施肥区との間に優劣が認められなかつたのは硝酸化成作用に問題があるのではなくて、試験区設定の不備による窒素肥料の流亡により大した差が現はれなかつたとみるべきであらう。

塩分濃度の高い土壤に於ける作物に対する施肥量に関する研究は従来殆んど見当らないようであるが、最近 ZUUR⁽⁹⁾がオランダの相当高濃度塩分を含有せる湖沼干拓地土壤の研究を行い、干拓初期には小麦の窒素必要量は普通耕地の約 2 倍なることを認め、その理由として *Azotobacter* の数及び活動力の低いこと、腐植の窒素含量が低いために施与窒素が腐植に固定されるということ等を挙げている。

本試験に於ける成績と以上の如き各研究者の各種試験成績とを考え合せると、本試験に於ける如き結果をみたのは、多量の置換性 Mg が水稻による窒素吸収を抑制したこと、硝酸化成作用が遅延し微弱となることによつて $\text{NO}_3\text{—N}$ の還元逸脱は自然的に防止出来てもアムモニアが揮散し、又高畦なるため $\text{NH}_4\text{—N}$ の流亡逸脱が考えられること、*Azotobacter* 等の土壤微生物

の活動が妨害されること、腐植の窒素含量が少ないために施与窒素の多くが腐植に固定されること、及び水稻によつて吸収されても茎葉中より穀実中への窒素の移行が妨げられること、等諸種の理由によつて施与窒素が水稻によつて利用されることが少なくなり、その結果多量の窒素肥料を要求するのではないかと推論される。

作物による磷酸吸収の問題は、これも又塩素に関連せる研究は少なく、本邦に於ては塩入、青峯⁽²⁵⁾及び稻垣⁽¹²⁾が水稻の磷酸吸収に対して Cl イオンと SO_4 イオンとの間に所謂 Boas 効果を認め、硫酸塩は塩化物よりも磷酸吸収に関しては優ると報告しており、REIFENBERG & ROSOVSKY⁽⁷⁾は土壤中に大量の塩素が存在する場合には大麦による磷酸吸収は抑制され、又磷酸塩は極端に高濃度塩分を含有する場合以外は塩素吸収を抑制し得ると報告している。故に塩分含量の高い初期干拓地土壤に於ては、水稻の磷酸吸収が抑制されることが考えられ、一方磷酸塩を或程度多量に施与する必要があると思はれるが、本試験結果によれば、恐らく多量の磷酸肥料を施与した結果、何等の障害も認められなかつたが、磷酸施与量についても考慮せねばならぬのではないかと思はれる。

以上で水稻に対する塩素の生理作用を中心としてこれに関連する各種の問題について考察したのであるが、更に本試験圃場に於ける如き土質の作物生育障害因子としては、干拓後の年数で異なるのではあるが土壤中に生成される硫化物の問題が考えられ、又土壤の反応が全層微アルカリ性を呈する故に、炭酸、重炭酸の問題、珪酸の問題、置換性塩基の問題、灌漑水による pH の変化並にそれに伴う要素の酸化還元の問題、 Na イオンの問題等複雑な因子が予想され、本試験に於て以上の如き結果を招来したのは、濃厚塩類、殊に高濃度の Cl イオンの害作用が大であるとしても単にそれのみではなくこれら諸因子の複雑な集合による結果と考えられるが、これらの諸問題については今後順次検討を加えて行く予定である。

要

約

干拓年次の新しい児島湾干拓地圃場に於て、窒素肥料の種類、施肥量及び施肥法をかえて水稻栽培を行い、收穫物中二三の要素分析を行つた。得られた結果は次の如きものであつた。

1. 土壤中に於ける塩素含有量は表土に於て約0.12%で、それに伴つて水稻体内に於ける含有率は極めて高く、茎葉中に於ては1%内外を示したが、生育には特別の支障は認められなかつた。
2. 窒素施用による肥効は明らかに認められ、又収量、体内窒素含有率共に施用窒素量に比例して増加する傾向を示した。
3. 慣行施肥区と分施肥区、及び硫安区と尿素区との間に優劣は認められなかつた。
4. 穀実中と茎葉中に於ける窒素含有率の比が標準区に比して小なる事実より、体内に含有された高濃度塩分によつてその移行が妨げられたのではなからうかと推論した。
5. 茎葉中及び穀実中に於ける全磷酸を分析した結果、特別の差異は認められなかつた。
6. 以上の結果より干拓初期の塩成干拓地土壤に於ては水稻栽培に多量の窒素肥料を必要とすることを認めた。

引用文献

- 1) Methods of analysis—A. O. A. C. : (1940), P.134
- 2) BASLAVSKAJA. S. (1936), Plant physiol., 11: 863.
- 3) BASLAVSKAJA. S. Syroeshkina, M. (1936), Plant physiol., 11: 149.
- 4) HATWARD. E., WADLEIGH. C. H. (1949), Advances in agronomy. P.1
- 5) HESTER. J. B., SHELTON. F. A. (1936), Soil Sci., 42: 335.
- 6) LIPMAN, C. B. (1938), Soil Sci., 45: 189.
- 7) THURNE. D. W., PETERSON. H. B. (1950), Irrigated soils (Reifenberg, A., Rosovsky, R.: 1947, Palestine J. Bot. 4. 1)
- 8) TULAIKOV, N. M. (1937), Soil Sci., 44: 293.
- 9) ZUUR, A. J. (1952), Soil Sci., 74: 75.
- 10) 深見利一 (1922), 農学会報, 236: 403
- 11) 橋本宣久他 (1952), 土壤肥料新説 P. 226
- 12) 稻垣実夫 (1951), 土肥誌., 22: 78
- 13) 石塚喜明, 田中明 (1952), 土肥誌., 23: 23
- 14) 石塚喜明, 田中明 (1953), 土肥誌., 23: 159
- 15) 小林嵩 (1951), 湖沼の干拓地不良土壤に関する研究 P.47
- 16) —— (〃), 同 P.33
- 17) 小堀九平 (1929), 土肥誌., 3: 95
- 18) 永井威三郎 (1948), 作物栽培各論 P.129
- 19) 長岡奈好 (1901), 分析成績彙報
- 20) 岡山縣農地部開拓課 (1951), 干拓地營農參考資料 第1号: P.18
- 21) 奥田東 (1948), 肥料学概論, P.42
- 22) 奥田東, 徳弘俊策 (1952), 土肥誌., 22: 74
- 24) 塩入松三郎, 米田茂男 (1940), 農林省農事試験場臨時報告 P.4
- 25) 塩入松三郎, 青峯重範 (1936), 土肥誌., 13: 282
- 25) 内山修男 (1949), 水田土壤形態論 P.42
- 26) 山崎傳他 (1952), 作物の塩害に関する研究 (第1報) P.17
- 27) 山崎傳, 櫻井俊武 (1950), 土肥誌., 21: 63
- 28) 米田茂男, 川田登 (1953), 岡山大学農学部学術報告 第2号: P.8